

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-314364

(43)Date of publication of application : 05.12.1995

(51)Int.Cl.

B25J 9/22  
G05B 19/18  
G05B 19/42

(21)Application number : 06-116827

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 30.05.1994

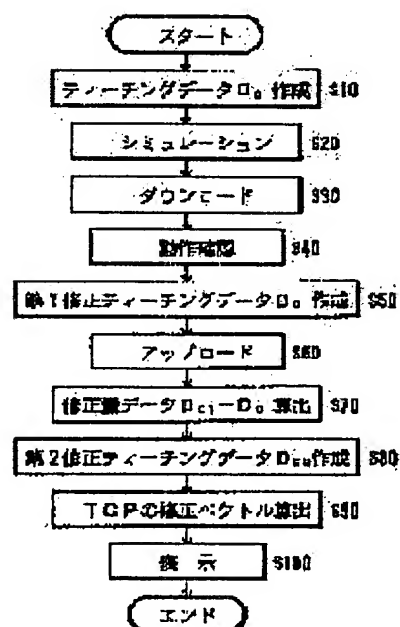
(72)Inventor : KANEKO MITSUGI  
KANEKO MASAKATSU  
TAKEISHI KATSUMI  
NOSE HIDETAKA

## (54) OFF-LINE TEACHING DATA ERROR DETECTION METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect easily an error generated between a work position by a work robot and a subject of work.

CONSTITUTION: In actuating a work robot based on teaching data formed in a CAD system, an error generated between a TCP of the work robot and a work point of a subject of work is corrected to provide first corrected teaching data DC1 (step S50), and correction quantity data (DC1-DO) is then determined based on the first corrected teaching data DC1 and teaching data DO before correction (step S70). Second teaching data DC2 is then determined based on the teaching data DO before correction and the correction quantity data (DC1-DO) (step S80). A correction vector V from the TCP to the TCP of the teaching data DO before correction is then determined (step S90), thereby the correction quantity and correction direction of the work robot can be provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.06.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3083706

[Date of registration] 30.06.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 3 1 4 3 6 4

(43) 公開日 平成7年(1995)12月5日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所  
B 2 5 J 9/22 Z  
G 0 5 B 19/18  
19/42

G 0 5 B 19/18 W  
19/42 P

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-116827

(22) 出願日 平成6年(1994)5月30日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 金子 貢

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエン  
지니어リング株式会社内

(72) 発明者 金子 正勝

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエン  
지니어リング株式会社内

(72) 発明者 武石 克己

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエン  
지니어リング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

最終頁に続く

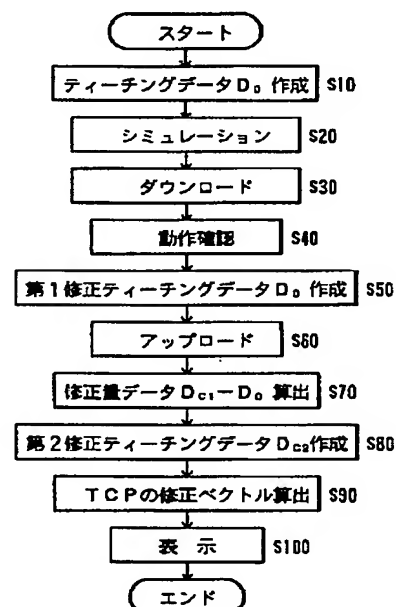
(54) 【発明の名称】 オフラインティーチングデータの誤差検出方法

(57) 【要約】

【目的】 作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を容易に検出することのできる方法を提供する。

【構成】 CADシステムにおいて作成されたティーチングデータに基づいて作業ロボットを動作させた際、前記作業ロボットのTCPと作業対象物の作業点との間に生じる誤差を修正することで第1修正ティーチングデータ $D_{c1}$ を得(ステップS50)、次に、前記第1修正ティーチングデータ $D_{c1}$ と修正前のティーチングデータ $D_0$ とから修正量データ( $D_{c1}-D_0$ )を求める(ステップS70)。そして、修正前のティーチングデータ $D_0$ と前記修正量データ( $D_{c1}-D_0$ )とから第2修正ティーチングデータ $D_{c2}$ を求める(ステップS80)。そこで、前記第2修正ティーチングデータ $D_{c2}$ のTCPから修正前のティーチングデータ $D_0$ のTCPに至る修正ベクトル $V$ を求めることにより(ステップS90)、作業ロボットの修正量および修正方向を得る。

FIG.3



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】CADシステムを用いて作成された作業ロボットのティーチングデータD<sub>0</sub>に従って前記作業ロボットを動作させた際に、前記作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を検出する方法において、

前記作業対象物に対する前記作業ロボットの作業位置を修正することで、前記ティーチングデータD<sub>0</sub>を修正した第1修正ティーチングデータD<sub>c1</sub>を得る第1ステップと、

修正前の前記ティーチングデータD<sub>0</sub>と前記第1修正ティーチングデータD<sub>c1</sub>との差を修正量データ(D<sub>c1</sub>-D<sub>0</sub>)として求める第2ステップと、

修正前の前記ティーチングデータD<sub>0</sub>と前記修正量データ(D<sub>c1</sub>-D<sub>0</sub>)との差を第2修正ティーチングデータD<sub>c2</sub>= {D<sub>0</sub> - (D<sub>c1</sub>-D<sub>0</sub>)}として求める第3ステップと、

前記第2修正ティーチングデータD<sub>c2</sub>による作業ロボットの作業点から修正前の前記ティーチングデータD<sub>0</sub>による作業ロボットの作業点に至る修正ベクトルを求める第4ステップと、

からなり、前記修正ベクトルより前記作業ロボットの修正量および修正方向を得ることを特徴とするオフラインティーチングデータの誤差検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、CADシステムを用いて作成された作業ロボットのティーチングデータに従って前記作業ロボットを動作させた際に、前記作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を検出するオフラインティーチングデータの誤差検出方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、製造ラインに設置された作業ロボットを直接動作させてティーチングを行おうとすると、前記作業ロボットの操作を熟知したオペレータが製造ラインの現場で作業を行わなければならないため、その分、作業が非効率的となってしまう。また、その作業は、製造ラインを停止させた状態で行う必要があるため、当該製造ラインの稼働率も低下してしまう。

【0003】そこで、前記作業ロボットにおいては、ティーチング作業の効率化を図るため、あるいは、前記製造ラインの稼働率を維持するために、オフラインによるティーチングが広範に行われている。すなわち、コンピュータ上に作業ロボットおよび作業対象物のモデルを構築し、前記モデルを用いてティーチングデータを作成した後、前記ティーチングデータを現場の作業ロボットに供給するようにすれば、ティーチングデータの作成中に製造ラインを停止させる必要がなく、また、ティーチング作業も容易となる。

【0004】ところで、このようなオフラインティーチング装置を用いて作成したティーチングデータを製造ラインの作業ロボットに対してダウンロードした場合、前記作業ロボットの設置誤差、前記作業ロボットの構造上の誤差(組立時に生じる誤差、関節センサの0点設定誤差等)、あるいは、作業対象物の設置誤差等の様々な要因により、前記作業対象物の作業点と前記作業ロボットの作業点(以下、TCP (Tool Center Point)という)との間にずれが生じることは避けられない。このずれは、現場においてオペレータが作業ロボットを操作することで修正されている。

【0005】ここで、作業ロボットのTCPのずれ量は、ティーチングデータの誤設定を修正するため、あるいは、同一の作業ロボットにより加工される作業対象物の変更等に対応してティーチングデータを効率的に作成するために、オフラインティーチング装置に反映させることが必要である。

【0006】そこで、製造ラインにおいて修正されたティーチングデータをオフラインティーチング装置にアップロードし、修正前のティーチングデータと比較することにより前記ずれ量を検出する方法が一般的である。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、修正されたティーチングデータを単にアップロードしただけでは、このティーチングデータをオフラインティーチング装置上で再現した際にオペレータが前記ずれ量を正しく把握することは困難である。

【0008】すなわち、図5A～図5Dに示すように、オフラインティーチング装置上で作業対象物の作業点(×で示す)と作業ロボットRのTCP(○で示す)とを一致させて作成したティーチングデータ(図5A)を現場の作業ロボットRにダウンロードした場合、作業点とTCPとの間にずれΔKが生じたものとする(図5B)。そこで、現場のオペレータが作業ロボットRのTCPを作業点に一致させるべく修正し(図5C)、修正されたティーチングデータをオフラインティーチング装置にアップロードする。オフラインティーチング装置では、作業対象物の作業点の位置は図5Aと同じであるから、修正されたティーチングデータを表示した場合、作業点と作業ロボットRのTCPとの関係は、図5Dのようになる。この場合、現場における作業対象物と作業ロボットRとの実際の位置関係は、図5Bの状態であるから、図5Dに示すオフラインティーチング装置上の状態と異なってしまう。従って、オペレータは、現場の状態を誤認識してしまうおそれがあり、これによってティーチングデータの修正、変更等の作業に悪影響を与えることになる。

【0009】一方、前記の不具合に鑑みて、作業ロボットRのTCPの位置を修正する以前に、三次元測定器等を用いて現場でのずれΔKを測定し、その測定データに

基づいてオフラインティーチング装置上の作業ロボットRの位置を修正することも考えられる。しかしながら、このような作業は、測定、修正等に余分な時間を計上するだけでなく、非常に高価な三次元測定器等を必要とする不具合がある。

【0010】本発明は、前記の不具合を解消するためになされたものであって、作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を誤認識することなく容易且つ高精度に検出することのできるオフラインティーチングデータの誤差検出方法を提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、本発明は、CADシステムを用いて作成された作業ロボットのティーチングデータ $D_o$ に従って前記作業ロボットを動作させた際に、前記作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を検出する方法において、前記作業対象物に対する前記作業ロボットの作業位置を修正することで、前記ティーチングデータ $D_o$ を修正した第1修正ティーチングデータ $D_{c1}$ を得る第1ステップと、修正前の前記ティーチングデータ $D_o$ と前記第1修正ティーチングデータ $D_{c1}$ との差を修正量データ $(D_{c1}-D_o)$ として求める第2ステップと、修正前の前記ティーチングデータ $D_o$ と前記修正量データ $(D_{c1}-D_o)$ との差を第2修正ティーチングデータ $D_{c2}=\{D_o-(D_{c1}-D_o)\}$ として求める第3ステップと、前記第2修正ティーチングデータ $D_{c2}$ による作業ロボットの作業点から修正前の前記ティーチングデータ $D_o$ による作業ロボットの作業点に至る修正ベクトルを求める第4ステップと、からなり、前記修正ベクトルより前記作業ロボットの修正量および修正方向を得ることを特徴とする。

#### 【0012】

【作用】本発明のオフラインティーチングデータの誤差検出方法では、CADシステムにおいて作成されたティーチングデータに基づいて作業ロボットを動作させた際、前記作業ロボットの作業点(TCP)と作業対象物の作業点との間に生じる誤差を修正することで第1修正ティーチングデータ $D_{c1}$ を得、次に、前記第1修正ティーチングデータ $D_{c1}$ と修正前のティーチングデータ $D_o$ とから修正量データ $(D_{c1}-D_o)$ を求める。そして、修正前のティーチングデータ $D_o$ と前記修正量データ $(D_{c1}-D_o)$ とから第2修正ティーチングデータ $D_{c2}$ を求める。この第2修正ティーチングデータ $D_{c2}$ は、CADシステム上の作業対象物に対しては、修正前のティーチングデータとして位置付けられる。そこで、前記第2修正ティーチングデータ $D_{c2}$ のTCPから修正前のティーチングデータ $D_o$ のTCPに至る修正ベクトルを求めることにより、作業ロボットの修正量および修正方向を得ることができる。

#### 【0013】

【実施例】図1は、本発明のオフラインティーチングデータの誤差検出方法が適用されるCADシステムであるオフラインティーチング装置10と、前記オフラインティーチング装置10により作成されたティーチングデータに基づき作業対象物に対して所望の作業を行うロボット装置12とを示す。

【0014】オフラインティーチング装置10は、制御部14と、作業ロボットおよび作業対象物のモデルを表示するCRT16と、制御部14に対して入出力指示を行うためのキーボード18およびマウス20とを備え、前記作業ロボットの動作のティーチングを行うとともに、現場の作業ロボットに対して前記ティーチングデータを適用した際の誤差の検出を行うものである。

【0015】ロボット装置12は、現場の製造ラインにおける作業対象物に対して所望の作業をする作業ロボットRと、前記ティーチングデータに基づいて前記作業ロボットRの動作制御を行うロボット制御部22と、前記作業対象物の作業点に対して前記作業ロボットRのTCPに位置ずれがある場合、前記作業ロボットRを駆動して修正を行うためのティーチングボックス24とを備える。

【0016】ここで、オフラインティーチング装置10を構成する制御部14は、図2に示すように、オフラインティーチング装置10の全体の制御を行うCPU26と、システムプログラム、作業データ等を保持する記憶部28と、CRT16における描画制御を行う描画制御回路30と、キーボード18およびマウス20が接続されるインタフェース回路32と、作業ロボットRおよび作業対象物のモデルデータを保持するハードディスクを制御するハードディスクドライブ34と、ティーチングデータが格納されるフロッピディスクFDを制御するフロッピディスクドライブ36と、ティーチングデータを作成するデータ作成回路38と、ティーチングデータに基づきCRT16でシミュレーションを行うシミュレーション回路40と、ティーチングデータの修正量および修正方向を算出する修正ベクトル算出回路42とを備える。

【0017】次に、前記のように構成されるオフラインティーチング装置10およびロボット装置12の動作について、図3に示すフローチャートに基づき説明する。

【0018】まず、オフラインティーチング装置10のデータ作成回路38において、ティーチングデータ $D_o$ が作成される(ステップS10)。この作業は、例えば、ハードディスクドライブ34に保持された作業ロボットRおよび作業対象物のモデルデータを描画制御回路30によってCRT16に表示し、マウス20等を用いて前記作業ロボットRをCRT16上で動作させることにより行う。

【0019】作成されたティーチングデータ $D_o$ は、シ

ミュレーション回路 40 によって CRT 16 上でシミュレーションされ (ステップ S 20)、図 4 A に示すように、作業対象物のモデルの作業点 (×で示す) と作業ロボット R のモデルの TCP (○で示す) とが一致するかどうかの確認が行われる。

【0020】確認されたティーチングデータ  $D_0$  は、フロッピーディスクドライブ 36 によってフロッピーディスク FD に格納された後、このフロッピーディスク FD を介して現場のロボット装置 12 にダウンロードされる (ステップ S 30)。

【0021】ロボット装置 12 では、前記ティーチングデータ  $D_0$  に従って作業ロボット R が駆動され、現場での動作確認が行われる (ステップ S 40)。この場合、図 4 B に示すように、現場の作業対象物と作業ロボット R の TCP とが一致しないものとする。

【0022】そこで、現場のオペレータは、ティーチングボックス 24 を用いて作業ロボット R を動作させ、図 4 C に示すように、作業対象物と作業ロボット R の TCP とを一致させるべく修正作業を行う。この場合、ロボット装置 12 は、修正後の作業ロボット R の各軸の状態から第 1 修正ティーチングデータ  $D_{c1}$  を作成する (ステップ S 50)。

【0023】前記第 1 修正ティーチングデータ  $D_{c1}$  は、フロッピーディスク FD を介してオフラインティーチング装置 10 にアップロードされ (ステップ S 60)、記憶部 28 に格納される。

【0024】一方、オフラインティーチング装置 10 では、修正ベクトル算出回路 42 において、対応する作業点毎に、修正前のティーチングデータ  $D_0$  と前記第 1 修正ティーチングデータ  $D_{c1}$  との差が修正量データ ( $D_{c1} - D_0$ ) として求められる (ステップ S 70)。

【0025】次いで、前記修正前のティーチングデータ  $D_0$  と前記修正量データ ( $D_{c1} - D_0$ ) との差が、第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2} = D_0 - (D_{c1} - D_0)$  として求められる (ステップ S 80)。

【0026】なお、ステップ S 80 において、第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2}$  を作業ロボット R の各軸毎に扱う場合には、単純に各軸のデータの差を求めることで第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2}$  を得ることができる。これに対して、修正前のティーチングデータ  $D_0$  および修正量データ ( $D_{c1} - D_0$ ) が作業ロボット R の TCP のみのデータである場合には、TCP に関する第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2}$  を求めた後、作業ロボット R の各軸の第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2}$  を TCP の第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2}$  から逆演算 (TCP を与え、そこに到達できるように各軸のデータを方程式を解いて求める) で求めるようにする。

【0027】前記のようにして求められた第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2}$  および修正前のティーチングデータ  $D_0$  から作業ロボット R の TCP のデータを夫々抽出

し、第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2}$  からティーチングデータ  $D_0$  に至る TCP の修正ベクトル  $V$  を算出する (ステップ S 90)。

【0028】一方、CRT 16 に対して、図 4 D に示すように、修正前のティーチングデータ  $D_0$  に基づく作業ロボット R (実線で示す) と、第 2 修正ティーチングデータ  $D_{c2}$  に基づく作業ロボット R (点線で示す) とを表示する (ステップ S 100)。

【0029】この場合、×で示す作業対象物の位置が不変であり、点線で示す作業ロボット R の位置を修正前のティーチングデータ  $D_0$  による位置と見做せば、現場における作業ロボット R と作業対象物との位置関係 (図 4 B) と同一の位置関係を CRT 16 上に再現することができる。従って、オペレータは、修正前のティーチングデータ  $D_0$  が現場において作業ロボット R をどのような状態に設定しているのかを正確に把握することができる。

【0030】また、ステップ S 90 において求めた修正ベクトル  $V$  は、図 4 D の点線で示す作業ロボット R の TCP から実線で示す作業ロボット R の TCP に至る修正量および修正方向を示している。従って、例えば、同一の製造ラインにおいて作業対象物の形状のみが変更された場合には、修正前のティーチングデータ  $D_0$  に対して前記修正ベクトルおよび作業対象物の形状の変更データを考慮することで、現場における修正を行うことなく、新規の作業対象物に対するティーチングデータを効率的に作成することができる。

#### 【0031】

【発明の効果】以上のように、本発明のオフラインティーチングデータの誤差検出方法では、修正後のティーチングデータと修正前のティーチングデータとを用いてデータの修正量および修正方向を算出しているため、高価な測定器を用いることなく容易且つ高精度に誤差を求めることができる。しかも、前記誤差は、現場における作業ロボットと作業対象物との相対的な位置関係を考慮して求めているため、例えば、この誤差を用いて作業ロボットの状態を表示することにより、オペレータは現場の状態を正確に把握することができる。さらに、このようにして得られた修正量および修正方向のデータを用いることにより、作業対象物の形状のみの変更等に対して容易に対応し、ティーチングデータを効率的に作成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るオフラインティーチングデータの誤差検出方法が適用されるオフラインティーチング装置およびロボット装置の構成図である。

【図 2】図 1 に示すオフラインティーチング装置における制御部の回路構成ブロック図である。

【図 3】本発明に係るオフラインティーチングデータの誤差検出方法のフローチャートである。

【図 4】本発明に係るオフラインティーチングデータの誤差検出方法の説明図であり、図 4 A は、CRT 上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図 4 B は、現場での作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図 4 C は、現場での修正後の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図 4 D は、修正後のティーチングデータおよび修正前のティーチングデータに基づく CRT 上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図である。

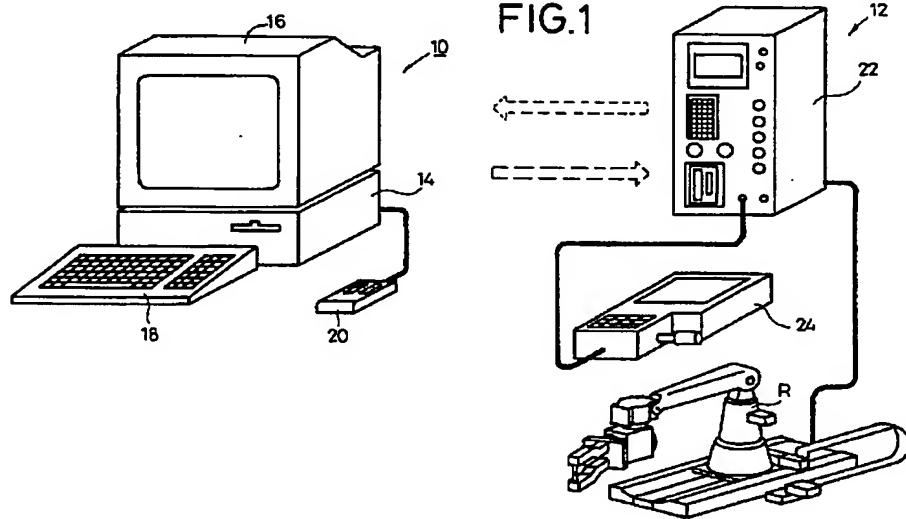
【図 5】従来技術に係るオフラインティーチングデータの誤差検出方法の説明図であり、図 5 A は、CRT 上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図 5

B は、現場での作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図 5 C は、現場での修正後の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図 5 D は、修正後のティーチングデータに基づく CRT 上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図である。

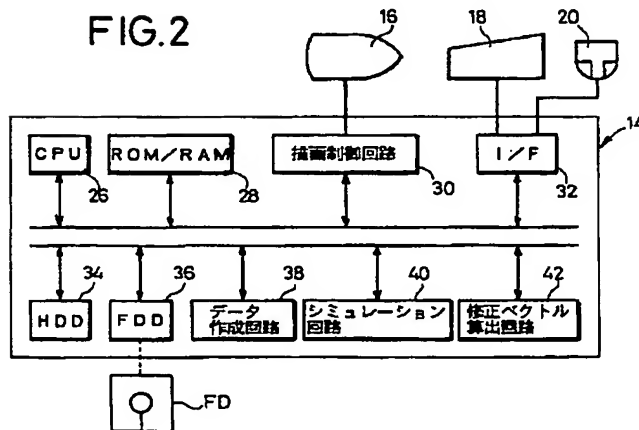
【符号の説明】

10…オフラインティーチング装置	12…ロボット装置
14…制御部	16…CRT
22…ロボット制御部	24…ティーチングボックス
R…作業ロボット	

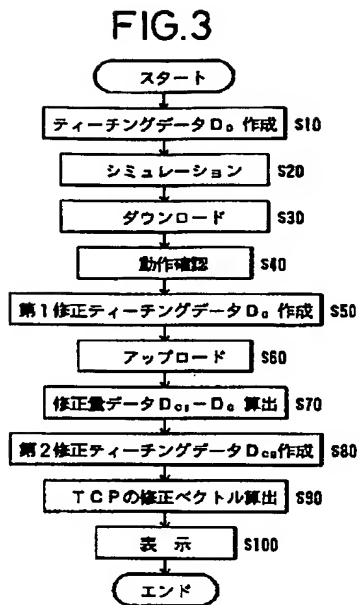
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

FIG.4A



FIG.4B

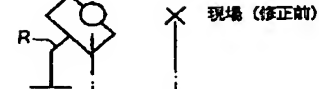
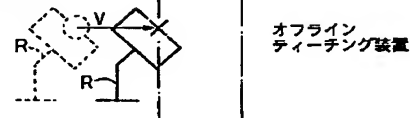


FIG.4C



FIG.4D



【図 5】

FIG.5A

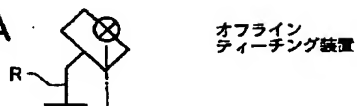


FIG.5B

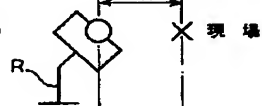


FIG.5C

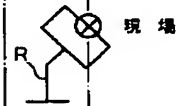
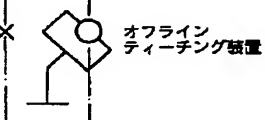


FIG.5D



フロントページの続き

(72) 発明者 野瀬 英高  
埼玉県狭山市新狭山 1-10-1 ホンダエ  
ンジニアリング株式会社内